

# Die Katalytische Drucklose Verölung im Überblick

Die *KATALYTISCHE DRUCKLOSE VERÖLUNG (KDV)*, auch *CATALYTISCHE TRIBOCHEMISCHE CONVERSION (CTC)* oder *CATALYTIC PRESSURELESS DEPOLYMERISATION (CPD)*, ist ein Prozess zur Herstellung von Diesel, Heizöl und Kerosin, der die natürliche Erdölbildung (Dauer ca. 180 Mio. Jahre) unter Einfluss von Katalysatoren (verschiedene kristalline Kationen-Aluminiumsilikate) und einem Neutralisator (Kalk) in drei Minuten kopiert. Als Eingangsstoffe eignen sich alle kohlenwasserstoffhaltigen Materialien. Der Prozess findet in einem geschlossenen System statt. Er ist kostengünstiger als die Verbrennung von Müll. Es werden weder CO<sub>2</sub> noch Giftstoffe wie Dioxine oder Furane emittiert. Die Anlage kann autark betrieben werden, indem 5 - 15 % des produzierten Diesels für den Betrieb genutzt wird.

## Vorteile durch die Verwendung von Katalysatoren

Katalysatoren sind Stoffe, die Aktivierungsenergie einer chemischen Reaktion senken und dadurch ihre Reaktionsgeschwindigkeit erhöhen. Dabei werden sie nicht verbraucht. So ermöglichen sie das Auftrennen langer Kohlenwasserstoffketten bei relativ niedrigen Temperaturen und Drücken. Die KDV findet statt

- bei einer Maximaltemperatur von unter 250 °C statt (deutlich über 450 °C bei anderen Verfahren) und
- bei nahezu Normaldruck von 0,9 bar.

Einerseits werden dadurch keine hochgiftigen Stoffe wie Dioxine und Furane sowie keine Olefine, Resine, Koks oder Methan gebildet.

Andererseits ermöglicht dies auch den Bau von kleineren und mobilen Anlagen, die ein größeres Einsatzfeld abdecken. Beispielsweise können sie direkt beim Abfallerzeuger aufgestellt werden

## Input

Es gibt keinen anderen Prozess, der ein so breites Spektrum an Eingangsstoffen umsetzen kann wie die KDV. Gegenüber herkömmlichen Verfahren zur Energiegewinnung aus Kunststoff können bei der KDV auch hochhalogene, schadstoffbelastete Kunststoffe verarbeitet werden. Die Eingangsstoffe müssen vor Prozessbeginn von großen Glas-, Keramik- und Metallteilen getrennt, geschreddert und auf eine Restfeuchte von ca. 20 % getrocknet werden. Für die Trocknung wird die eigene Prozessabwärme genutzt. Eingangsstoffe für die KDV können nahezu alle kohlenwasserstoffhaltigen Materialien sein.

Eingangsstoffe	Ergänzende Informationen	Menge
Alle Kohlenwasserstoffhaltigen Materialien	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kunststoffe aller Art (auch PVC)</li><li>• Biomasse, Agrarabfälle (z.B. Holz, Pflanzen, Mais, Raps, Stroh)</li><li>• Hausmüll, Industrieabfälle</li><li>• Braunkohle</li><li>• Abfallöle (auch schadstoffbelastete)</li><li>• Rohöle</li><li>• Gummi</li><li>• Klärschlamm</li><li>• Tierabfälle</li></ul>	maximal

Prozessstoffe	Ergänzende Informationen	Menge
Katalysatoren	Kristallines Kationen-Aluminium-Silikat ➤ trennt langkettige Kohlenwasserstoffe in kurzkettige Kohlenwasserstoffe (Diesel) auf <ul style="list-style-type: none"> <li>Natrium-Aluminium-Silikat (für Kunststoffe)</li> <li>Calcium-Aluminium-Silikat (für biologische Fette und Öle)</li> <li>Kalium-Aluminium-Silikat (Traföl, PVC, hochhalogene Stoffe)</li> <li>Magnesium-Aluminium-Silikat (für Holz)</li> </ul>	ca. 1- 6 % des Eingangsmaterials
Neutralisator	Kalk ➤ Durch die Zugabe von Kalk werden Halogene zu Salzen gebunden und der pH-Wert neutralisiert	minimal
Thermoöl	Handelsübliches Maschinenöl oder Wärmeträgerflüssigkeit (Fragoltherm), die üblicherweise im Prozess verbleibt	minimal

## Output

Die KDV dominiert alle vergleichbaren Verfahren in ihrer Ressourceneffizienz, da fast alle Nebenprodukte weiterverarbeitet werden können. Besonders hervorzuheben ist die hohe Qualität des Diesels, der eine 20 % höhere Effizienz als herkömmlicher Tankstellendiesel aufweist.

Produkte	Ergänzende Informationen	Stoffmengenumsatz
Diesel (auch Heizöl und Kerosin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entspricht Dieselnorm DIN EN 590</li> <li>Cetanzahl 65 (Tankstellendiesel 51-54)</li> <li>Gefrierpunkt - 60 °C (Tankstellendiesel - 20 °C)</li> <li>20 % effizienter als Tankstellendiesel</li> <li>Produktionskosten 0,23 € / L</li> </ul>	70 – 91 % Biomasse ca. 35 – 45 %
<b>Nebenprodukte</b>		
Wasser	Destilliertes Wasser	Variiert je nach Input
Asche	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enthält anorganische Stoffe wie Glas, Keramik und (umweltschädliche) Metalle, die herausgefiltert und weiterverarbeitet werden können</li> <li>Biomasse-Asche kann sowohl als Katalysator (für den KDV-Prozess selbst) oder als Dünger weiterverwendet werden</li> </ul>	1 – 3 %
CO <sub>2</sub>	Das bei der Reaktion entstehende CO <sub>2</sub> verbleibt im KDV-Prozess.	0 %

## Kurzbeschreibung der KDV

„Erzeugung von Dieselöl aus kohlenwasserstoffhaltigen Reststoffen in einem Ölkreislauf mit Feststoffabscheidung und Produktdestillation für das Dieselprodukt durch Energieeintrag mit Hochleistungskammermischer [Anm. Turbine] und Verwendung von volldurchkristallisierten Katalysatoren aus Kalium-, Natrium-, Kalzium- und Magnesium-Aluminium-Silikaten, wobei Energieeintrag und Umsatz überwiegend in dem Hochleistungskammermischer stattfindet.“

(zitiert aus Patentschrift)

## Beschreibung KDV-Prozess

(bezieht sich auf das Anlagenbild auf der nächsten Seite)

Durch ein Eintragsystem [3] wird das zerkleinerte und getrocknete Eingangsmaterial einem Eintragsbehälter [2] zugeführt. Dort verflüssigen sich die Eingangsstoffe und gelangen durch Unterdruck in die Friktionsturbine [1].

In der Friktionsturbine [1] befindet sich ein Thermoöl (auch Reaktionsöl oder Katalysatoröl genannt), in dem sich die eingebrachten Reststoffe [5] verflüssigen und mit Katalysator [7] und Neutralisator [8] reagieren. Die Friktionsturbine [1] erzeugt auf der Eingangsseite einen Unterdruck und saugt so die festen und flüssigen Eingangsstoffe aus dem Eintragsbehälter [2] ein. Auf der Ausgangsseite erzeugt sie einen Überdruck, sodass das entstandene Öl-Dampf-Gemisch über eine Leitung in den Verdampfer [14] gelangt.

Die vom Antriebsmotor (Elektro oder Diesel) eingebrachte Energie wird von der Friktionsturbine [1] in Reibungs- und Vermischungsenergie umgewandelt. Aufgrund ihrer exzentrischen Bauweise nutzt die Friktionsturbine [1] die bei der Rotation entstehende Kavitation zur Aufspaltung der Eingangsstoffe, ohne dass die Kavitation die Maschine beschädigt.

Innerhalb der Friktionsturbine [1] werden die langkettigen Kohlenwasserstoffe durch den Katalysator aufgetrennt und die in den Eingangsstoffen enthaltenen anorganischen Anteile (darunter Halogene, Schwefel, Schwermetallatome) freigesetzt. Durch Zugabe des Neutralisators [8] werden die Halogene zu Salzen gebunden.

Im Verdampfer [14] steigen die kurzkettigen Kohlenwasserstoffe und das Wasser (leichte Komponenten) in die Destillationskolonne [18] auf, die restlichen Komponenten (schwer) sinken ab. Nach Durchlaufen der Destillationskolonne [18] und der Abscheidung des Wassers in einem Kondensator [19] gelangt der reine Diesel in einen Produktbehälter [25], aus dem er dann abgezapft werden kann. Eine Vakuumpumpe [37] hält das gesamte System auf Unterdruck (0,9 bar).

Die aus dem Verdampfer abgesunkenen Stoffe werden im darunter liegenden Separator [15] weiter getrennt. Ein Großteil des Thermoöls inklusive des wiederverwendbaren Katalysators und der kurzkettigen Kohlenwasserstoffe gelangen zurück in den Eintragsbehälter [2] (Thermoölkreislauf geschlossen). Unerwünschte anorganische Stoffe, darunter Schwermetallatome und Salze setzen sich als Schlamm ab und werden durch eine Heißschlammpumpe [31] in eine Wärmekammer [32] gepumpt, in der sie erneut erhitzt werden. Durch die Verdichtung und Erhitzung lösen sich mittelkettige Kohlenwasserstoffe und Wasser aus dem Schlamm dampfförmig ab und gelangen über ein Dampfrohr [35] zurück in den Verdampfer.

In einem Rückstandsbehälter [34] sammeln sich alle unerwünschten Stoffe. Kleine Anteile von Thermoöl setzen sich ab und werden dem Prozess wieder zugeführt [6]. Wasser wird ins Abwasser geleitet. Metall, Glas und Keramik werden als Nebenprodukte herausgefiltert.

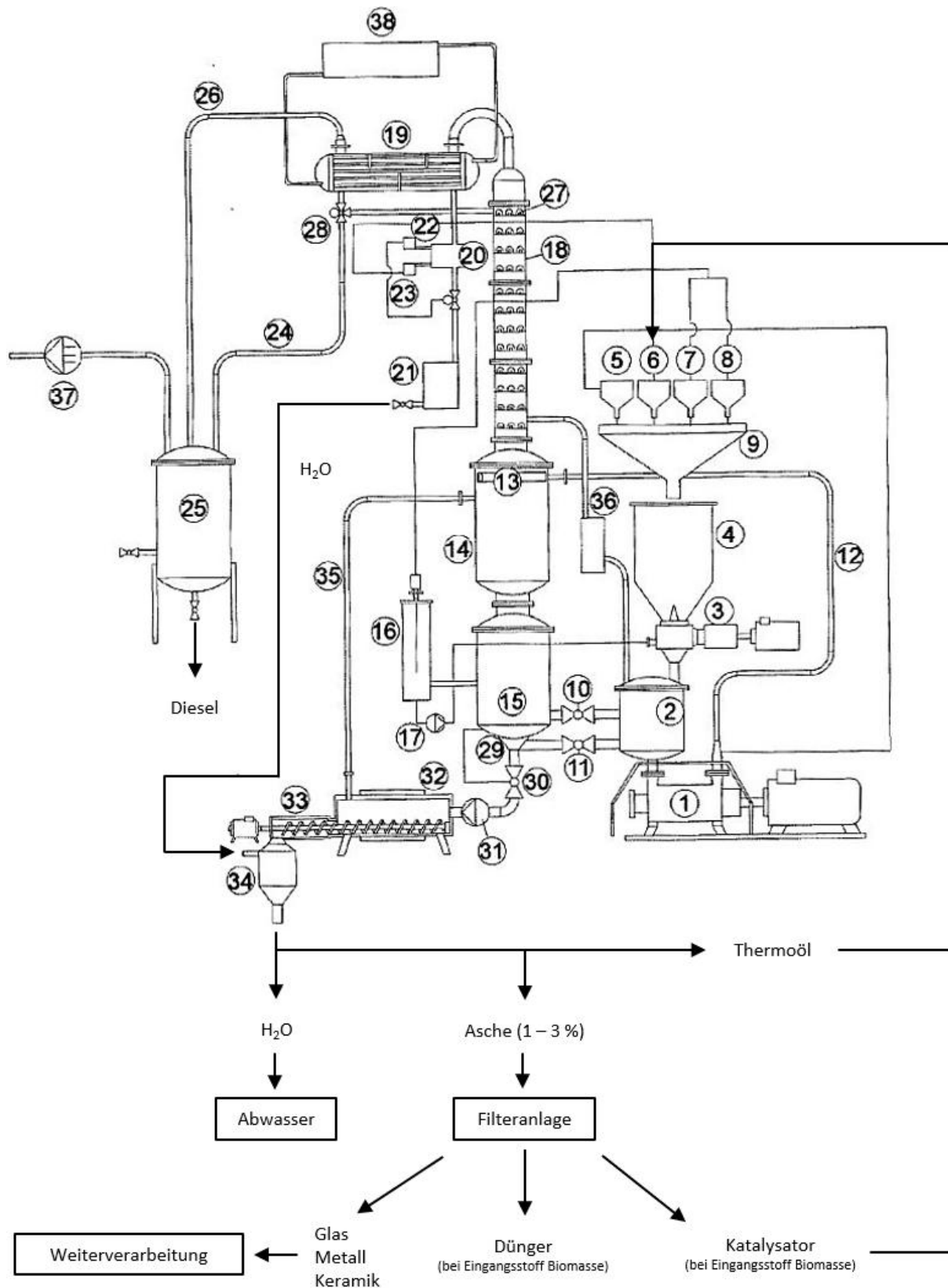


Abbildung 1: Aufbau der KDV-Anlage (aus Offenlegungsschrift DE 10 2006 054 506 A1)

## Vorteile im Überblick

### Ein einfacher Prozess

- Geschlossener und damit emissionsfreier Prozess (kein Kamin)
- Unkomplizierte Anlagentechnik durch drucklosen, geschlossenen Prozess
- Niedrige Investitions- und Wartungskosten
- Einfacher und gefahrungsloser Betrieb
- Einfache, natürliche Prozessstoffe: Aluminium-Silikate, Kalk, Maschinenöl
- Autarker und mobiler Betrieb kleinerer Anlagen ist möglich

### Ein effizienter Prozess

- Energiegewinnung durch Braunkohle um 60 % effizienter als mit herkömmlichen Verfahren
- Umsatz aus Rohöl steigt in Raffinerien um 50 % bei Verwendung der KDV-Technologie
- Wirkungsgradsteigerung von 60 – 93 % gegenüber der traditionellen Pyrolyse-Technologie bei Verwendung der KDV-Technologie in Raffinerien
- Billiger und effizienter als Müllverbrennung
- Input: alle kohlenwasserstoffhaltigen Materialien (auch schadstoffbelastete)
- Output: bis auf Abwasser nahezu 100 % wiederverwertbare Haupt- und Nebenprodukte
- Weltweit effizienteste Müllverwertung

### Ein sauberer Prozess

- Keine Entstehung von Dioxinen und Furanen
- Keine Freisetzung von Schadstoffen
- Kopie des natürlichen Verölungsprozesses

### Globale Vorteile

- Reduzierung der Kosten für Strom und Kraftstoffe
- Technologie gleicht (bei entsprechender Verbreitung) Energiebedarfsschwankungen aus
- Fossile Brennstoffe können vollständig durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden
- Umweltschutz, Energiegewinnung und Schaffung von Arbeitsplätzen in einem

### Dieselqualität

- Entspricht Dieselnorm DIN EN 590
- Cetanzahl 65 (Tankstellendiesel 51-54)
- Gefrierpunkt - 60 °C (Tankstellendiesel - 20 °C)
- 20 % effizienter als Tankstellendiesel
- Produktionskosten 0,23 € / L